

FEZ

ELITE
PRÉ-VESTIBULAR
c a m p i n a s

Aprovou!

Elite Resolve

IME 2012

QUÍMICA
Discursivas

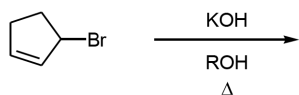
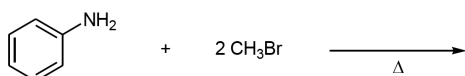
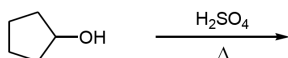
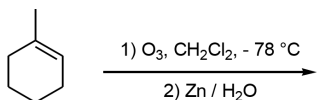
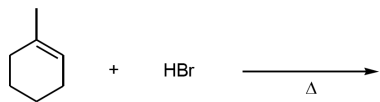
www.elitecampinas.com.br

os melhores **gabaritos** da internet

QUÍMICA

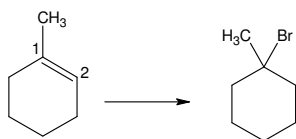
QUESTÃO 01

Apresente a estrutura do produto orgânico principal de cada uma das reações abaixo.

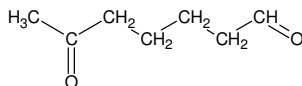


Resolução

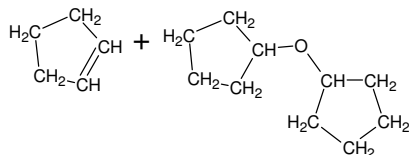
(I) A reação é uma adição eletrofílica de HBr aos carbonos insaturados. Seguindo a regra de Markovnikov, o H do HBr deve ser adicionado ao carbono mais hidrogenado (carbono 2 da molécula abaixo) e o Br deve ser adicionado ao carbono menos hidrogenado (carbono 1 da molécula abaixo).



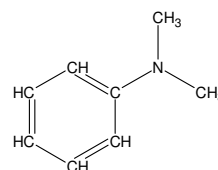
(II) A reação é uma oxidação de alcenos (ozonólise) que envolve a quebra das ligações sigma e pi dos carbonos insaturados, levando à abertura do ciclo. Como a reação é feita na presença de zinco, o produto final da reação é uma molécula linear de cadeia aberta que apresenta as funções aldeído e cetona.



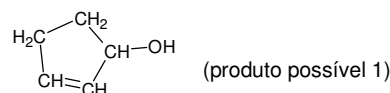
(III) A reação é uma desidratação de álcool, que dependendo da temperatura pode originar éter (desidratação intramolecular) ou alceno (desidratação intermolecular). O subproduto da reação é a água. Como o exercício não fornece nenhum indício para a determinação de um único produto, apresentaremos as duas estruturas possíveis:



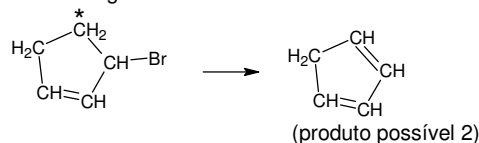
(IV) A reação apresentada é a alquilação da amina. Como a reação ocorreu na proporção de dois mols de haleto de alquila para 1 mol de amina, ocorrerá a substituição dos dois hidrogênios ligados ao nitrogênio por grupos metil, e, conseqüentemente a formação de uma amina terciária (o subproduto dessa reação é HBr).



(V) O haleto de alquila pode sofrer dois tipos de reação: substituição e eliminação. Na reação de substituição nucleofílica, quem substitui o bromo é o OH⁻, e não o ROH, uma vez que o OH⁻ é um nucleófilo que tipicamente é cerca de 10 mil vezes mais forte que o ROH. Podemos concluir que o produto da substituição nucleofílica é um álcool e não um éter. O subproduto da reação é KBr.



Na reação de eliminação, o grupo OH⁻ atua como base retirando o átomo de hidrogênio assinalado na figura abaixo, provocando a saída do brometo e formando um dieno conjugado. Neste caso os subprodutos são KBr e água.



Os mecanismos de substituição nucleofílica e eliminação são concorrentes entre si. Neste caso, contudo, a reação é conduzida sob aquecimento. Por causa das altas temperaturas, a eliminação é favorecida devido a fatores entrópicos, e levando-se em conta que o produto da eliminação apresenta duas duplas conjugadas, este será o produto majoritário.

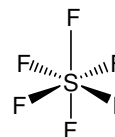
QUESTÃO 02

A partir do modelo da Repulsão por Pares Eletrônicos da Camada de Valência (RPECV), identifique as geometrias moleculares das espécies químicas abaixo e, com base nelas, classifique cada espécie como polar ou apolar.

- a) SF₆
- b) SF₄
- c) O₃
- d) XeF₄
- e) ClF₃

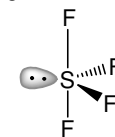
Resolução

a) O SF₆ tem geometria octaédrica, como ilustra a figura a seguir:

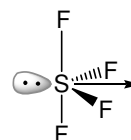


Por apresentar geometria octaédrica e pelo fato de todos os átomos em torno do enxofre serem iguais, o vetor momento de dipolo resultante é nulo ($\vec{\mu}_R = \vec{0}$). Portanto a molécula SF₆ é **apolar**.

b) O SF₄ tem geometria gangorra, como ilustra a figura a seguir:

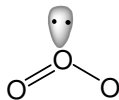


No caso da geometria gangorra, o vetor momento de dipolo resultante é não nulo ($\vec{\mu}_R \neq \vec{0}$), como ilustra a figura de forma qualitativa.

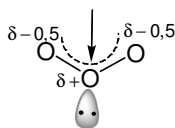


Portanto a molécula SF₄ é **polar**.

c) O O_3 tem geometria angular como ilustra a figura:

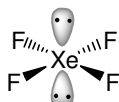


No caso do ozônio, observamos que o oxigênio central tem carga formal positiva enquanto os outros dois oxigênios têm cargas formais negativas e de módulos iguais, devido à ressonância. Sendo assim, o oxigênio central difere dos outros dois oxigênios e, como a geometria da molécula é angular, o vetor momento de dipolo resultante é não-nulo ($\vec{\mu}_R \neq \vec{0}$), como ilustra a figura de forma qualitativa.



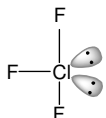
Portanto, a molécula O_3 é **polar**.

d) O XeF_4 tem geometria quadrado planar, como ilustra a figura a seguir:

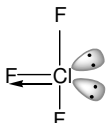


Por apresentar geometria quadrado planar e pelo fato de que todos os átomos em torno do xenônio são iguais, o vetor momento de dipolo resultante é nulo ($\vec{\mu}_R = \vec{0}$). Portanto, a molécula XeF_4 é **apolar**.

e) O ClF_3 tem geometria de T, como ilustra a figura a seguir:



No caso da geometria T, o vetor momento de dipolo resultante é não nulo ($\vec{\mu}_R \neq \vec{0}$), como ilustra a figura de forma qualitativa.



Portanto a molécula ClF_3 é **polar**.

QUESTÃO 03

Um estudante preparou uma solução aquosa com a seguinte composição: 0,35 molar de NaOH; 0,30 molar de Na_2HPO_4 e 0,25 molar de H_3PO_4 . Ao consultar sua tabela, o estudante encontrou os seguintes valores para as constantes de dissociação iônica do ácido fosfórico:

$$K_{a1} = 7,5 \times 10^{-3}; K_{a2} = 6,2 \times 10^{-8}; K_{a3} = 4,8 \times 10^{-13}.$$

Com base nessas informações, determine a concentração do íon hidrônio no equilíbrio.

Resolução

Considerando que o ácido fosfórico (H_3PO_4), o ácido mais forte presente em solução ($K_{a1} = 7,5 \times 10^{-3}$), reaja com o hidróxido de sódio (NaOH), teremos:

	$H_3PO_{4(aq)} + NaOH_{(aq)} \rightarrow NaH_2PO_{4(aq)} + H_2O_{(l)}$			
Inicial (M)	0,25	0,35	-	-
Reage (M)	-0,25	-0,25	-	-
Forma (M)	-	-	0,25	0,25
Final (M)	-	0,10	0,25	0,25

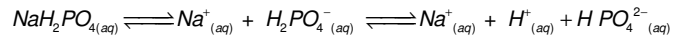
Como sobrou NaOH na etapa anterior sem reagir, o mesmo reagirá agora com o NaH_2PO_4 , um sal ácido, e agora o ácido mais forte presente em solução ($K_{a2} = 6,2 \times 10^{-2}$). A reação será:

	$NaH_2PO_{4(aq)} + NaOH_{(aq)} \rightarrow Na_2HPO_{4(aq)} + H_2O_{(l)}$			
Inicial (M)	0,25	0,10	-	-
Reage (M)	-0,10	-0,10	-	-
Forma (M)	-	-	0,10	0,10
Final (M)	0,15	-	0,10	0,10

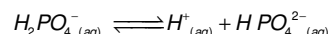
Assim, teremos em solução após a reação de neutralização:

$$\begin{aligned} NaOH &= 0,00 \text{ M} \\ NaH_2PO_{4(aq)} &= 0,15 \text{ M} \\ Na_2HPO_{4(aq)} &= 0,10 \text{ M (formado na neutralização)} + 0,30 \text{ M (presente inicialmente)} = 0,40 \text{ M} \end{aligned}$$

A rigor o íon hidrônio é o H_3O^+ , porém para simplificar a resolução usaremos sua representação mais usual em meio aquoso, H^+ . Desta forma, teremos em solução o equilíbrio:



Que pode ser simplificado para (visto que o cátion sódio não reage, íon espectador):



O equilíbrio representado acima corresponde à ionização do segundo hidrogênio ionizável do ácido fosfórico e pode ser descrita pelo K_{a2} , como mostra a expressão a seguir:

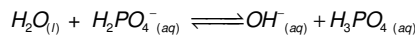
$$K_{a2} = \frac{[H^+] \cdot [HPO_4^{2-}]}{[H_2PO_4^-]}$$

Substituindo os valores das concentrações molares das respectivas espécies, e o valor da constante de equilíbrio, teremos:

$$6,2 \cdot 10^{-8} = \frac{[H^+] \cdot 0,40}{0,15} \Leftrightarrow [H^+] = 2,325 \cdot 10^{-8} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

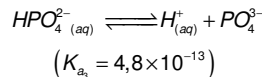
Observação:

Nesta resolução, desconsideramos a hidrólise do íon $H_2PO_4^-$, representado pela equação abaixo, pois o valor da constante de hidrólise (K_{h1}) é muito pequena.



$$\left(K_{h1} = \frac{K_w}{K_{a1}} = \frac{10^{-14}}{7,5 \times 10^{-3}} = 1,33 \times 10^{-12} \right)$$

E pelo mesmo motivo desconsidera-se a terceira ionização do ácido fosfórico

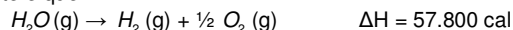


QUESTÃO 04

Na reação de formação de água líquida, a 1 atm e 298 K, o módulo da variação da entropia é $39,0 \text{ cal} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ e o módulo da variação da energia livre de Gibbs é $56,678 \text{ cal} \cdot \text{mol}^{-1}$. Considerando a combustão de 4,00 g de hidrogênio, a 1 atm e 298 K, calcule:

- a variação de energia interna na formação da água líquida;
- a variação de energia interna na formação da água gasosa;
- a variação de energia interna na vaporização de 1,00 mol de água.

Considere, ainda, que todos os gases envolvidos comportam-se idealmente e que:



Resolução

a) Como a reação acontece espontaneamente, temos $\Delta G < 0$; além disso, a formação de água líquida é uma reação que acontece com diminuição da entropia do sistema ($\Delta S < 0$), logo:

$$\Delta G = \Delta H - T \cdot \Delta S \Leftrightarrow -56678 = \Delta H - 298 \cdot (-39) \Leftrightarrow$$

$$\Delta H = -68300 \text{ cal/mol}$$

A questão nos pede a variação de energia interna (ΔU), que pode ser calculada a partir da seguinte equação:

$$\Delta H = \tau + \Delta U \Leftrightarrow -68300 = \Delta nRT + \Delta U$$

Como estamos fazendo todos os cálculos considerando a formação de 1 mol de água líquida (lembrando que queremos a variação do número de mols de gases), temos $\Delta n = -\frac{3}{2} = -1,5 \text{ mol}$, portanto:

$$\Delta U = -68300 - (-1,5) \cdot 2 \cdot 298 \Rightarrow \Delta U = -67406 \text{ cal/mol}$$

Como a reação envolve a combustão de 4g de H₂, pode-se ver pela estequiometria da reação e pela massa molar do H₂ (2 g/mol) que 2mol de H₂ e 1 mol de O₂ são consumidos para que haja formação de 2 mols de água líquida. Assim, multiplicando o último resultado por 2 para considerar o ΔU da formação de 2 mols de água líquida, chegamos à resposta:

$$\Delta U = -134812 \text{ cal}$$

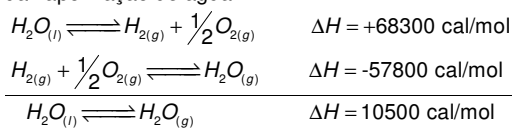
b) Aplicando mais uma vez a equação $\Delta H = \Delta U + \Delta nRT$, mas desta vez com $\Delta n = -0,5 \text{ mol}$, uma vez que a água formada é gasosa, e com $\Delta H = -57800 \text{ cal}$, temos:

$$\Delta U = -57800 - (-0,5) \cdot 2 \cdot 298 = -57502 \text{ cal/mol}$$

Multiplicando por 2 mais uma vez para considerarmos a formação de 2 mols de água (desta vez gasosa):

$$\Delta U = -115004 \text{ cal}$$

c) Considerando as variações de entalpia das reações explicitadas abaixo, podemos usar a Lei de Hess para encontrar a variação de entalpia da vaporização de água:



Agora iremos calcular a variação de energia interna da reação, usando a equação que usamos no item b, mas com $\Delta n = 1 \text{ mol}$:

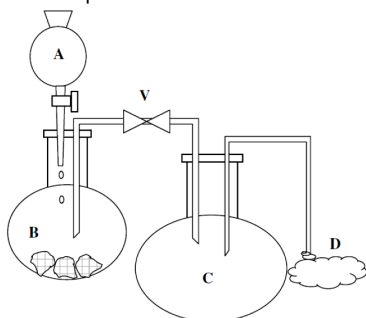
$$\begin{aligned} \Delta H &= \Delta U + \Delta nRT \\ \Delta U &= 10500 - (1) \cdot 2 \cdot 298 \Rightarrow \Delta U = 9904 \text{ cal} \end{aligned}$$

QUESTÃO 05

Na figura, uma solução concentrada de HCl, contida em A, é gotejada sobre zinco sólido em B. Um dos produtos dessa reação escoou para C, onde é completamente consumido na reação com o vapor de uma substância simples, cujo elemento pertence à família 17. O produto da reação ocorrida em C é um gás incolor. A válvula V permite somente o escoamento no sentido de B para C. O recipiente C possui volume de 1,0 L, é mantido a 100°C durante todo o processo e contém inicialmente 0,05 mol da substância simples supracitada.

Observações:

- os volumes das conexões e tubulações devem ser desconsiderados;
- a substância presente inicialmente em C é um líquido marrom-avermelhado à temperatura ambiente.

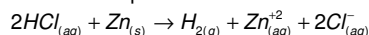


Determine:

- a) as reações que ocorrem em B e C, identificando o estado físico de cada uma das substâncias envolvidas.
b) o número máximo de mols do produto da reação em B que pode escoar para C, sem que a pressão neste exceda 2,0 atm, se a extremidade D for fechada.

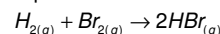
Resolução

a) Reação que ocorre no recipiente B:



De todas as substâncias simples, apenas as formadas pelos elementos mercúrio e bromo são líquidas às condições ambientes (*). Destes dois últimos, apenas o bromo pertence à família 17 (halogênios). Adicionalmente, ele é o único halogênio com coloração marrom-avermelhado, já que o iodo (que à temperatura ambiente é

sólido) apresenta coloração violeta, enquanto as substâncias flúor e cloro são gases de cor amarelo-esverdeada nas condições ambientes. Reação que ocorre no recipiente C:



(* **Observação:** O enunciado diz que a substância presente inicialmente em C é um líquido à temperatura ambiente. Como não é especificada a pressão, outras substâncias simples formadas por halogênios poderiam se apresentar no estado líquido a essa temperatura. No entanto, a informação da cor "marrom-avermelhada" permite identificar o bromo. Contudo, o ideal seria o enunciado especificar que a substância é um líquido em condições ambientes (temperatura e pressão) e não apenas temperatura.

b) Para que a pressão máxima do recipiente C não exceda 2,0 atm, o número máximo de mols ($n_{\text{máx}}$) de gás (ou gases) que pode estar presente no recipiente C, de volume 1,0 L, é igual a:

$$p_{\text{máx}} \cdot V = n_{\text{máx}} \cdot R \cdot T$$

$$2,0 \text{ atm} \cdot 1,0 \text{ L} = n_{\text{máx}} \cdot 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 373 \text{ K}$$

$$n_{\text{máx}} = 0,065 \text{ mol}$$

Para determinar o número de mols de H₂, é preciso considerar que inicialmente há 0,05 mol de Br₂ no recipiente. Se considerarmos a estequiometria, consumindo todo o Br₂ já existente em C, haveria a formação de 0,10 mol de HBr. Portanto, é preciso considerar um excesso de Br₂. Sendo assim, considere a seguinte estequiometria:

	H _{2(g)}	+ Br _{2(g)}	→	2HBr _(g)
Inicial (mol)	x	0,05		-
Reage (mol)	-x	-x		-
Forma (mol)	-	-		+2x
Final	-	0,05 - x		+2x

Sabendo que no momento final o número de mols de gás ($n_{\text{máx}}$) é igual a:

$$0,065 \text{ mol} = (2x + 0,05 - x) \text{ mol}$$

$$x = 0,015 \text{ mol}$$

Portanto, o número máximo de mols de H₂ que pode escoar para o recipiente C é 0,015 mol.

QUESTÃO 06

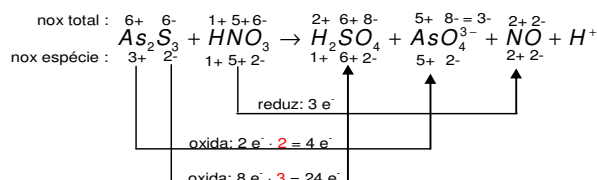
Pode-se obter ácido sulfúrico tratando sulfeto de arsênio, As₂S₃, com ácido nítrico. Além do ácido sulfúrico, forma-se AsO₄³⁻ e óxido nítrico. Calcule a quantidade máxima de sulfeto de arsênio que pode ser convertida por 10,0 kg de ácido nítrico.

Resolução

Para determinar todos os compostos envolvidos na reação, é preciso ter atenção à presença de cargas entre os reagentes e os produtos. Somente com o que é dito no enunciado, observamos que nos reagentes há compostos neutros e nos produtos há um composto com carga 3-. É necessário que a reação esteja balanceada tanto nos valores das cargas, quanto na quantidade de matéria e, por isso, precisa-se incluir uma espécie com carga positiva. Como a reação ocorre em meio aquoso e há a presença de ácidos, adiciona-se o H⁺ à equação:



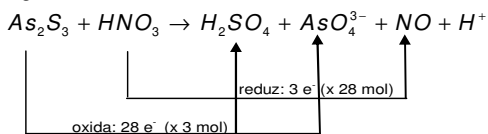
Para balancear a reação, é preciso notar que se trata de uma reação redox. Porém, é preciso notar que existem duas espécies que sofrem oxidação (As e S) e uma que sofre redução (N), como pode ser visto no esquema a seguir:



Nota-se que o número de elétrons trocados na reação redox foi multiplicado pelo índice estequiométrico das espécies presentes no

composto que oxida, como é indicado em vermelho no esquema acima.

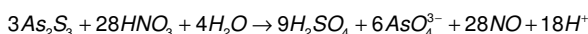
Assim, assumindo o composto As_2S_3 como um único agente redutor, teremos o seguinte:



Desta forma, a reação balanceada seria a seguinte:



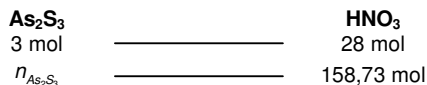
Até aqui os números de elétrons da reação redox e as cargas dos compostos estão balanceadas, sendo necessária a adição de $18 H^+$ para o balanço de cargas dos íons, porém o número oxigênios e hidrogênios não é equivalente. Para atingir a estequiometria é preciso adicionar mais um composto que os contenha. Como se trata de reações promovidas em meio aquoso, a molécula de H_2O é o composto que falta para alcançar a estequiometria necessária:



Para determinar a quantidade de As_2S_3 convertida com 10,0 kg HNO_3 basta fazer a seguinte relação:

$$n_{HNO_3} = \frac{10000g}{63g/mol} = 158,73 mol$$

Pela relação estequiométrica vista anteriormente:



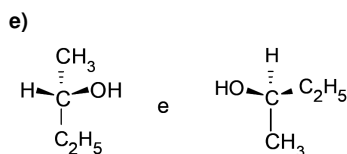
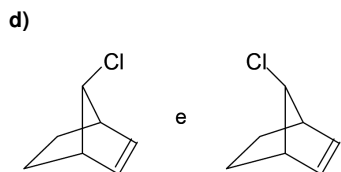
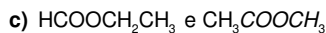
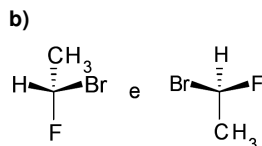
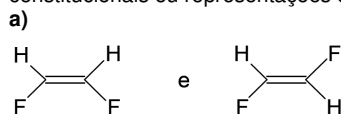
$$n_{As_2S_3} = \frac{3 \times 158,73}{28} = 17 mol$$

$$m_{As_2S_3} = 17 mol \times 246 g/mol \Rightarrow$$

$$m_{As_2S_3} = 4,18 kg$$

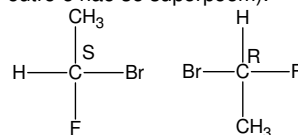
QUESTÃO 07

Estabeleça a relação entre as estruturas de cada par abaixo, identificando-as como enantiômeros, diastereoisômeros, isômeros constitucionais ou representações diferentes de um mesmo composto.

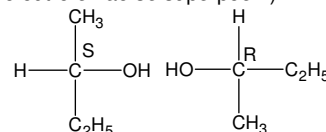


Resolução

a) Diastereoisômeros (têm os átomos ligados na mesma sequência, mas não são imagens especulares um do outro).



b) Enantiômeros (têm configuração R-S opostas, são imagens especulares um do outro e não se superpõem).



c) Isômeros constitucionais (os átomos estão ligados em sequências diferentes nas duas cadeias).

d) Diastereoisômeros (têm os átomos ligados na mesma sequência, mas não são imagens especulares um do outro).

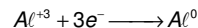
e) Enantiômeros (têm configuração R-S opostas, são imagens especulares um do outro e não se superpõem).

QUESTÃO 08

O alumínio pode ser produzido industrialmente pela eletrólise do cloreto de alumínio fundido, o qual é obtido a partir do minério bauxita, cujo principal componente é o óxido de alumínio. Com base nas informações acima, calcule quantos dias são necessários para produzir 1,00 tonelada de alumínio puro, operando-se uma cuba eletrolítica com cloreto de alumínio fundido, na qual se faz passar uma corrente elétrica constante de 10,0 kA.

Resolução

Temos a semi-reação de redução:



Sendo a massa molar do alumínio igual a 27 g/mol, temos:

3 mols e^-	_____	27 g Al
n mols e^-	_____	$1,00 \cdot 10^6$ g Al
		$\Rightarrow n = 1,11 \cdot 10^5$ mols e^-

A carga elétrica nesse caso pode ser calculada por:

1 mol e^-	_____	96500 C
$1,11 \cdot 10^5$ mols e^-	_____	Q
		$Q = 1,07 \cdot 10^{10}$ C

Como a corrente elétrica empregada é de 10,0 kA, segue que:

$$i = \frac{Q}{\Delta t} \Leftrightarrow 10,0 \cdot 10^3 = \frac{1,07 \cdot 10^{10}}{\Delta t} \Leftrightarrow$$

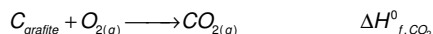
$$\Delta t = 1,07 \cdot 10^6 s = \frac{1,07 \cdot 10^6}{24 \cdot 3600} \Leftrightarrow \Delta t = 12,4 \text{ dias}$$

QUESTÃO 09

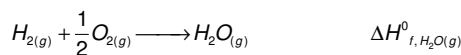
Em função do calor de formação do dióxido de carbono ($\Delta H^0_{f,CO_2}$); do calor de formação do vapor d'água ($\Delta H^0_{f,H_2O(g)}$); e do calor da combustão completa de uma mistura de metano e oxigênio, em proporção estequiométrica (ΔH_r), deduza a expressão do calor de formação do metano ($\Delta H^0_{f,CH_4}$).

Resolução

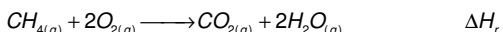
(I) Formação do dióxido de carbono a partir do carbono grafite:



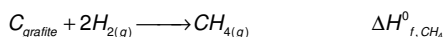
(II) Formação do vapor d'água:



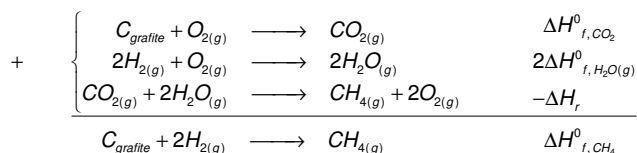
(III) Combustão completa do metano:



(IV) Formação do metano a partir do carbono grafite:



Multiplicando a equação (II) por 2 e invertendo a equação (III), temos:

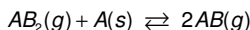


Logo, pela lei de Hess:

$$\Delta H^0_{f, CH_4} = \Delta H^0_{f, CO_2} + 2 \cdot \Delta H^0_{f, H_2O(g)} - \Delta H_r$$

QUESTÃO 10

Considere a reação



Atingido o equilíbrio nas CNTP, a fase gasosa apresenta fração molar de AB_2 igual a 0,1. Em que pressão, à mesma temperatura, a fração molar de AB na fase gasosa, no equilíbrio, seria igual a 0,8?

Resolução

Temos que a pressão parcial de cada gás, de fração molar X, é dada por:

$$p_{\text{PARCIAL}} = X \cdot p_{\text{TOTAL}}$$

Quando o equilíbrio ocorre nas CNTP, temos $p_{\text{TOTAL}} = 1 \text{ atm}$. Logo:

$$\begin{cases} p_{AB_2} = 0,1 \cdot 1 = 0,1 \text{ atm} \\ p_{AB} = (1 - 0,1) \cdot 1 = 0,9 \text{ atm} \end{cases}$$

Se o equilíbrio ocorrer numa condição em que a pressão total seja p , com a fração molar de AB na fase gasosa sendo igual a 0,8, temos as pressões parciais dadas por:

$$\begin{cases} p_{AB_2} = (1 - 0,8) \cdot p = 0,2 \cdot p \\ p_{AB} = 0,8 \cdot p \end{cases}$$

Mas se a temperatura é a mesma em ambas as situações, temos:

$$K_p = \text{constante} \Leftrightarrow \left(\frac{p_{AB}^2}{p_{AB_2}} \right)_{\text{ANTES}} = \left(\frac{p_{AB}^2}{p_{AB_2}} \right)_{\text{DEPOIS}} \Leftrightarrow$$

$$\frac{0,9^2}{0,1} = \frac{(0,8 \cdot p)^2}{0,2 \cdot p} \Rightarrow p = 2 \cdot \left(\frac{9}{8} \right)^2 \text{ atm} \approx 2,53 \text{ atm}$$

Equipe desta resolução

Química

Fabiana Ocampos
Roberto Bineli Muterle
Thiago Duarte
Thiago Inácio Barros Lopes

Revisão

Eiel Barbosa da Silva
Fabiano Gonçalves Lopes
Marcelo Duarte Rodrigues Cecchino Zabani
Vagner Figueira de Faria

Digitação, Diagramação e Publicação

Guilherme Magalhães Itacarambi Peneluppi



**Para aprovar, tem
que fazer bem feito.**